NAVEGACION

8.2 LATITUD Y LONGITUD.

En el capítulo anterior vimos que para poder desplazarse de un punto a otro (navegar) es imprescindible al menos: determinar la situación geográfica de los lugares origen y destino; calcular la dirección de vuelo para llevar al aeroplano de un lugar a otro, y por último computar la distancia entre ambos lugares. Todas estas operaciones tienen como referencia el planeta en que vivimos: la Tierra.

8.2.1 El planeta Tierra.

La Tierra es el tercer planeta del sistema solar en orden creciente de distancias al sol y el quinto en tamaño dentro de este sistema. La acción de las fuerzas gravitacionales lo han moldeado dándole una forma muy semejante a la de una esfera achatada por los polos y abombada en el ecuador, esfera cuyas dimensiones son aproximadamente:

> El diámetro ecuatorial mide 12.756 Km. y el polar 12.715 Km.
> La longitud de la circunferencia ecuatorial es de 40.075 Km. y la de un meridiano 40.008 Km.

De los datos anteriores se deduce que el achatamiento de la Tierra es muy pequeño por lo que a efectos prácticos se la suele considerar y representar como una esfera.

Como los demás planetas del sistema solar, la Tierra está sometida a la dinámica celeste mostrando dos movimientos principales; uno de traslación alrededor del Sol y otro de rotación sobre su eje. Ambos movimientos están perturbados en parte por otros dos movimientos menores denominados precesión y nutación.

En su movimiento de traslación, la Tierra describe una órbita elíptica que recorre en 365,142 días, distando del Sol unos 147 millones de Km. en su punto más cercano de la órbita (Enero) y unos 152 millones de Km. en su punto más alejado (Julio). Esta diferencia no es lo sucientemente grande para que afecte al clima del planeta (la diferencia entre ambas distancias es de solo un 3,5%). De la segunda ley de Kepler "*los vectores radio que unen al Sol con el planeta barren áreas iguales en igualdad de tiempo*", se deduce que la velocidad de traslación del planeta en su órbita no es uniforme, siendo máxima en el *perihelio* (mínima distancia al Sol) y mínima en el *afelio* (máxima distancia al Sol).

La Tierra rota sobre un eje imaginario, que pasa por el centro de la Tierra y cuyos extremos son los polos Norte y Sur, en sentido de Oeste a Este respecto al Sol (por eso le vemos aparecer por el Este y desaparecer por el Oeste) de forma que una misma zona queda expuesta al sol y luego se aleja de él dando lugar a los días y las noches. Este movimiento tiene una duración de 23h 56m y 4 s.
Aunque el eje polar se suele representar vertical por comodidad, en realidad este eje está orientado a la Estrella Polar, lo cual representa una inclinación de 23º30' respecto al plano de traslación.

Si dividimos la Tierra en dos hemisferios, Norte y Sur, a partir del ecuador, la inclinación del eje terrestre produce que en unos tramos de la órbita, los rayos del Sol incidan más directamente sobre un hemisferio que sobre el otro. Este hecho determina las estaciones, la duración del día en distintas latitudes, la diferencia de climas, la dirección de los vientos predominantes, la cantidad de radiación solar y el movimiento aparente de los astros. La diferencia entre las distancias máxima y mínima al Sol (4,8 Mill.Km.) no es lo suficientemente grande como para afectar al clima del planeta; de hecho, la Tierra está más cerca del Sol en Enero que en Julio.

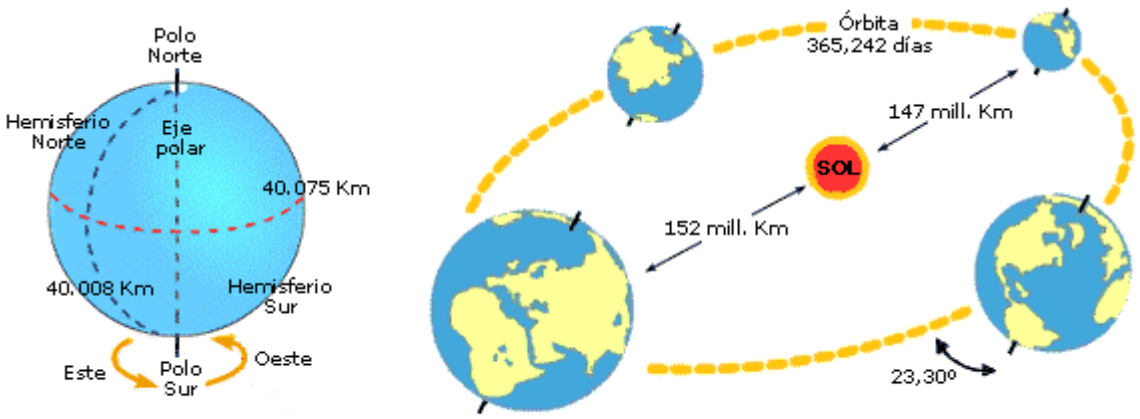

Fig.8.2.1 - La Tierra - Movimientos de rotación y traslación.

8.2.2 Paralelos y meridianos.

Para una mejor comprensión de los conceptos desarrollados seguidamente conviene conocer algunas características geométricas de una esfera:

Circulo máximo. Es aquel formado por un plano que pasa por el centro de la esfera y la divide en dos partes iguales.
Circulo menor. Esta formado por la intersección de la esfera con un plano que no pasa por el centro de la misma.
En una esfera pueden trazarse infinitos círculos máximos y menores que pasen por un punto, pero solamente uno si la condición es que pase dos puntos.
La distancia más corta entre dos puntos de una esfera es un arco de círculo máximo.

Antes de entrar a desarrollar los conceptos de latitud y longitud veamos que son los paralelos y los meridianos.

Paralelos.

Comencemos por el **ecuador**. Este es un círculo *máximo* imaginario *perpendicular* al eje de rotación de la Tierra, que como se ve en la fig.8.2.2 es único, no hay otro con esas características.

Este círculo, equidistante de los polos, divide la Tierra en dos hemisferios: *hemisferio Norte*, semiesfera que abarca desde el ecuador hasta el polo Norte, y *hemisferio Sur*, la otra semiesfera que comprende desde el ecuador hasta el polo Sur.

Al norte y al sur del ecuador y paralelos al mismo, se pueden trazar una sucesión de círculos menores imaginarios que se hacen más pequeños a medida que se acercan a los polos. Estos círculos menores (también el ecuador) reciben el nombre de **paralelos**.

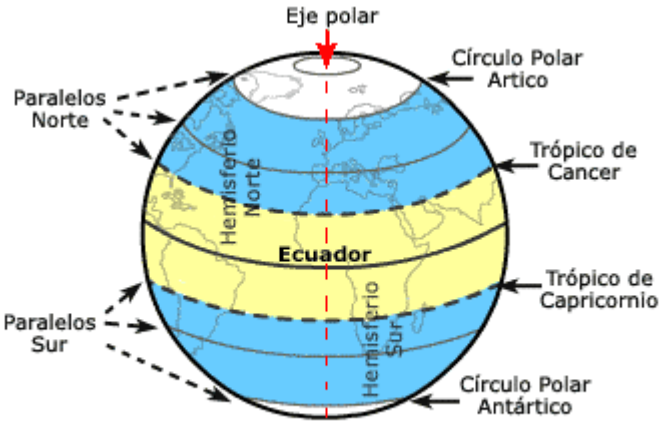

Fig.8.2.2 - Paralelos terrestres

Por cualquier punto de la superficie terrestre se puede trazar un paralelo.

Los paralelos se denominan por su distancia angular (latitud) respecto al ecuador, pero como esto por si solo es impreciso pues no se sabe si esa distancia está al norte o al sur del ecuador (paralelo 0º), se identifican además como paralelos Norte o paralelos Sur según se encuentren al norte o al sur del ecuador respectivamente. En el siguiente párrafo se puede ver entre paréntesis la denominación de cuatro paralelos particulares.

En muchos globos y mapas los paralelos se muestran usualmente en múltiplos de 5º. También suelen indicarse por su especial significado cuatro paralelos concretos:

El *Trópico de Cáncer* (23º12'N) y el *Trópico de Capricornio* (23º12'S), los cuales marcan los puntos mas al norte y al sur del ecuador donde los rayos del sol caen verticalmente, es decir, son las latitudes máximas que alcanza el sol en su movimiento anual aparente. En el solsticio de junio (21-22 de junio) el sol parece hallarse directamente sobre el Trópico de Cáncer mientras que en el solsticio de diciembre (22-23 de diciembre) el sol parece estar directamente sobre el Trópico de Capricornio.

El *Circulo Polar Ártico* (66º33''N) y el *Círculo Polar Antártico* (66º33''S) que marcan los puntos mas al norte y al sur del ecuador donde el sol no se pone en el horizonte o no llega a salir hacia unas fechas determinadas (solsticios). Desde esos círculos hacia los polos respectivos el número de días sin sol se incrementan y luego disminuyen hasta el punto que en los polos se suceden seis meses de oscuridad con otros seis meses de luz diurna.

Resumiendo: Los paralelos sirven para medir la distancia angular de cualquier punto de la superficie de la Tierra en dirección Norte o Sur respecto a la línea imaginaria del ecuador.

Meridianos.

Se trata de semicírculos que pasando por los polos son perpendiculares al ecuador, algo parecido a los gajos de una naranja.

Cada meridiano esta compuesto por dos semicírculos, uno que contiene al meridiano considerado y otro al meridiano opuesto (antimeridiano). Cada meridiano y su antimeridiano dividen la tierra en dos hemisferios, occidental y oriental. El oriental será el situado al este del meridiano considerado y el occidental el considerado al oeste.

Un meridiano "especial" es el de Greenwich, el cual divide la tierra en dos hemisferios: Este u oriental situado al este de dicho meridiano y hemisferio Oeste u occidental al oeste del mismo. Los meridianos se denominan, de manera similar a los paralelos, por su distancia angular (longitud) respecto al meridiano de Greenwich y para evitar imprecisiones se denominan meridianos Este u Oeste según estén al este o al oeste de aquel meridiano.

Fig.8.2.3 - Meridianos terrestres.

Por cualquier punto de la superficie terrestre se puede trazar un meridiano.

Resumiendo: Los meridianos sirven para medir la distancia angular de cualquier punto de la superficie de la Tierra en dirección Este u Oeste respecto al meridiano 0º (Greenwich).

8.2.3 Latitud y longitud.

De la misma manera que para determinar la posición de un punto cualquiera sobre un plano se utiliza un sistema de coordenadas (1) cartesianas, para localizar con exactitud cualquier punto de la superficie terrestre nos servimos de un sistema de coordenadas geométricas expresadas mediante una pareja de números denominados latitud y longitud que expresan mediciones angulares sobre la superficie de una esfera.

La Tierra tiene forma de esfera y como tal, lo mismo que los ángulos o los círculos, se puede medir también en grados; así, representada sobre globos o mapas, la Tierra está dividida en 360º. La ventaja que tiene emplear expresiones angulares, es que el ángulo formado por dos rectas es independiente de la longitud de estas. Por ejemplo, en navegación astronómica no importa la distancia a que se encuentren los astros de referencia, importa el ángulo que forman respecto al lugar de observación.

Cualquier lugar de la tierra puede ser situado exactamente por la intersección de un meridiano y un paralelo, es decir por dos números (coordenadas) que representan la latitud y la longitud de ese lugar, indicando cada número la cantidad de grados Norte o Sur desde el ecuador (latitud) y Este u Oeste desde el meridiano 0º (longitud). Así pues, latitud y longitud son expresiones angulares, indicadas en grados, minutos y segundos; cada grado (indicado por el símbolo **°**) se divide en 60 minutos (indicados por el símbolo **'** comilla simple) y cada minuto en 60 segundos (simbolizados por **''** comilla doble).

La regla seguida para especificar estas coordenadas, es indicar primero la latitud y luego la longitud; es por comodidad pues no puede haber confusión debido a que las latitudes solo pueden ser Norte o Sur (N o S) y las longitudes Este u Oeste (E u O).

Latitud.

La latitud proporciona la localización de un lugar, en dirección Norte o Sur desde el ecuador y se expresa en medidas angulares que varían desde los 0º del Ecuador hasta los 90ºN del polo Norte o los 90ºS del polo Sur. Como podemos ver en la fig.8.2.4, si trazamos una recta que vaya desde el punto **P** hasta el centro de la esfera **O**, el ángulo **a** que forma esa recta con el plano ecuatorial expresa la latitud de dicho punto.

El ecuador es el origen de latitud (paralelo 0º), o sea que la distancia angular Norte-Sur de cualquier punto se entiende medida desde el plano ecuatorial. El ecuador esta a 0º de latitud y los polos a 90ºN (polo Norte) y 90ºS (polo Sur). El valor máximo de la latitud es por tanto de 90º, y cualquier punto en la línea del ecuador tendrá una latitud 0º.

Los grados de latitud están espaciados regularmente, pero el ligero achatamiento de la Tierra en los polos causa que un grado de latitud varíe de 110.57 Km. (68.80 millas) en el ecuador hasta 111.70 Km. (69.41 millas) en los polos.

El término latitud también es utilizado en sistemas de coordenadas celestiales.

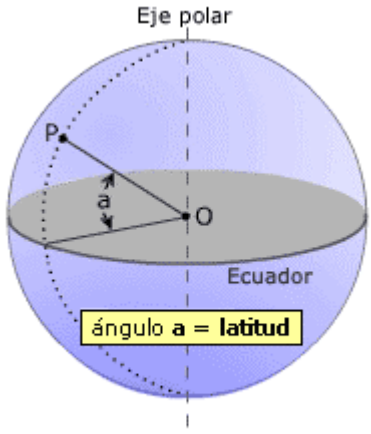

Fig.8.2.4 - Latitud de un punto P.

Tradicionalmente, la latitud se obtenía mediante un sextante o cualquier otro instrumento capaz de medir el ángulo entre el horizonte y cualquier cuerpo celestial, por ejemplo la estrella Polar. Se podía determinar la latitud mediante tablas que daban la posición del Sol y otros cuerpos celestes según fecha y hora (almanaque). Como todos los puntos de cualquier paralelo equidistan del ecuador, la latitud es la misma a lo largo de todo el.

Resumiendo: Latitud es la distancia angular desde el ecuador a un punto dado de la superficie terrestre. Puntos situados al norte del ecuador tienen latitud Norte (N), los situados al Sur tienen latitud Sur (S).

Longitud.

Aunque el Ecuador fue una elección obvia como referencia de latitudes, dado que es el mayor círculo perpendicular al eje Norte/Sur, no sucedía lo mismo con los meridianos pues todos son círculos máximos. La latitud era posible calcularla desde tiempos inmemoriales en la forma que se ha indicado, quizá por eso los grandes viajes de navegación hasta Colón se hicieron casi siempre en dirección Norte-Sur. Pero para conocer la posición Este-Oeste era necesario sobre todo tener un cronómetro lo suficientemente preciso y que no fuera afectado por las oscilaciones de la nave. Tomando la posición del sol a mediodía (el sol "pasa el meridiano") y la hora exacta en el cronómetro se determina la longitud.

Hasta bien avanzado el siglo XIX cada nación tenía su meridiano origen de longitudes con el resultado que muchos mapas anteriores carecen de unas referencias estandarizadas. El problema fue resuelto en 1884 cuando una comisión internacional designó como meridiano 0º aquel que pasa por el London's Greenwich Observatory (de ahí su denominación) en reconocimiento a su labor investigadora.

La longitud proporciona la localización de un lugar, en dirección Este u Oeste desde el meridiano de referencia 0º, también conocido como meridiano de Greenwich, expresándose en medidas angulares comprendidas desde los 0º hasta 180ºE y 180ºW.

Se puede ver en la fig.8.2.5, que el ángulo **b** mide la distancia angular del meridiano del lugar **P** con el meridiano 0º (meridiano de Greenwich). Es lo mismo medir este ángulo sobre el círculo del ecuador que sobre el círculo del paralelo que pasa por el punto **P**, el valor angular de **b** es igual en ambos casos. En el ejemplo de esta figura, la longitud es Oeste (W) puesto que el meridiano del punto **P** está al Oeste del meridiano de Greenwich.

Mientras que un grado de latitud corresponde a una distancia casi idéntica (entre 110.57 y 111.70 Km.), no sucede lo mismo con un grado de longitud dado que los círculos sobre los cuales se miden convergen hacia los polos. En el ecuador, un grado de longitud equivale a 111,32 Km. (69.72 millas) que es el resultado de dividir la circunferencia ecuatorial entre 360º.

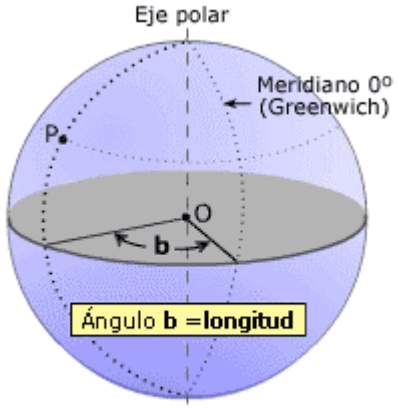

Fig.8.2.5 - Longitud de un punto P.

Resumiendo: Longitud es la distancia angular desde el meridiano 0º (Greenwich) a un punto dado de la superficie terrestre. Los lugares situados al Oeste del meridiano 0º (Greenwich) tienen longitud Oeste (W) mientras que los situados al Este de aquel meridiano tienen longitud Este (E).

Notas.

Salvo que disponga de un GPS, no existe en los aviones ligeros ningún instrumento convencional que indique latitud y longitud ni nada que se le parezca. Entonces ¿que efecto práctico tiene aprender todo esto?. En primer lugar porque es muy posible que en algún test le salga alguna pregunta a este respecto; en segundo, porque no parece razonable querer saber de navegación ignorando conceptos tan básicos, y en tercer lugar porque es conveniente que conozca que son esas líneas verticales (meridianos) y horizontales (paralelos) que aparecen en los mapas junto con unos números (coordenadas).

Si latitud y longitud no son muy utilizadas en navegación aérea es precisamente por la falta de instrumentos que proporcionen tal dato; sin embargo en navegación marítima son muy utilizadas, piense que en la inmensidad del mar no hay referencias visuales. Gracias a esta información por ejemplo, el Titanic informó que había colisionado con un iceberg en las coordenadas 41°33'N 50°01'W (Atlántico Norte), lugar al que acudieron en su socorro los buques que navegaban por la zona.

Sumario:

Latitud y longitud son los componentes de un sistema de coordenadas que sirven para precisar la localización de cualquier lugar sobre la superficie terrestre.

Aunque es algo achatada por los polos, la Tierra se representa como una esfera. El planeta en que vivimos, tiene dos movimientos principales: uno de rotación alrededor del sol que dura un año y otro alrededor de su eje polar que dura un día.

El eje polar de la Tierra está inclinado 23º30º respecto al plano de traslación. Este hecho da lugar a las diferentes estaciones, la duración de los días y las noches, los diferentes climas, los vientos predominantes, etc.

El ecuador es el círculo máximo perpendicular al eje terrestre. Este círculo divide al planeta en dos hemisferios: hemisferio Norte y hemisferio Sur según esté al Norte o al Sur del ecuador respectivamente, y es el origen de latitudes (latitud 0º).

Los círculos menores paralelos al ecuador se denominan precisamente eso: paralelos. Por cualquier lugar de la superficie terrestre se puede trazar un paralelo.

Los paralelos se denominan por su distancia angular (latitud) respecto al ecuador, y para obviar imprecisiones se identifican además como paralelos Norte o paralelos Sur según se encuentren al norte o al sur del ecuador respectivamente.

Los paralelos sirven para medir la distancia angular de cualquier punto de la superficie de la Tierra en dirección Norte o Sur respecto a la línea imaginaria del ecuador que es el paralelo 0º.

Los meridianos consisten en semicírculos que pasando por los polos son perpendiculares al ecuador. Cada meridiano esta compuesto por dos semicírculos, uno es el meridiano considerado y otro el meridiano opuesto (antimeridiano). Cada meridiano y su antimeridiano dividen la tierra en dos hemisferios, occidental y oriental. El oriental situado al este del meridiano considerado y el occidental al oeste. Por cualquier punto de la superficie terrestre se puede trazar un meridiano.

El origen de meridianos es el meridiano 0º o de Greenwich el cual divide la tierra en dos hemisferios: Este u oriental situado al este de dicho meridiano y hemisferio Oeste u occidental al oeste del mismo. Los meridianos se denominan por su distancia angular (longitud) respecto al meridiano de Greenwich y para evitar imprecisiones se denominan meridianos Este u Oeste según estén al este o al oeste de aquel meridiano.

Los meridianos sirven para medir la distancia angular de cualquier punto de la superficie de la Tierra en dirección Este u Oeste respecto al meridiano 0º (Greenwich).

Cualquier lugar de la tierra puede ser situado exactamente por la intersección de un meridiano y un paralelo, es decir por dos números (coordenadas) que representan la latitud y la longitud de ese lugar.

Latitud y longitud son expresiones angulares, indicadas en grados, minutos y segundos; cada grado se divide en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos. La regla seguida para especificar estas coordenadas, es indicar primero la latitud y luego la longitud.

Un grado de latitud corresponde a una distancia entre 110.57 y 111.70 Km. debido al achatamiento de la tierra, sin embargo un grado de longitud no tiene medida concreta dado que los círculos sobre los cuales se miden convergen hacia los polos. En el ecuador, un grado de longitud equivale a 111,32 Km. (69.72 millas) que es el resultado de dividir la circunferencia ecuatorial entre 360º.

© M.A.Muñoz Sep/2002

---

(1). Las coordenadas son grupos de números que describen una posición: a lo largo de una línea, en un plano o en el espacio tridimensional. Latitud y Longitud o Ascensión recta y Declinación son sistemas de coordenadas en la superficie de una esfera, en el globo terráqueo o en el globo celeste.